Münster.1932.№8 Med Diss

Aus dem Pharmakologischen Institut zu Münster i. W.
Professor Dr. Freund.

Beeinflussung der Dehydrierungsvorgänge durch Nikotin und Atropin.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

vorgelegt von

Antonius Dalhoff
Zahnarzt
aus Borghorst i. Westf.

1 · 9 · 3 · 2

Gedruckt in der Dissertations-Druckerei Heinr. & J. Lechte, Emsdetten (Westf.)

58 47

Aus dem Pharmakologischen Institut zu Münster i. W.
Professor Dr. Freund.

Beeinflussung der Dehydrierungsvorgänge durch Nikotin und Atropin.

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

vorgelegt von

Antonius Dalhoff,
Zahnarzt
aus Borghorst i. Westf.

1 · 9 · 3 · 2

Gedruckt in der Dissertations-Druckerei Heinr. & J. Lechte, Emsdetten (Westf.)

Dekan: Professor Dr. Herzog.
Referent: Professor Dr. Freund.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster i. Westf.

Ueber die Beeinflussung der Dehydrierungsvorgänge durch Nikotin und Atropin.

Die Wirkung der Verkürzungsgifte wie z. B. Coffein, Acetylcholin und Nikotin auf den Skelettmuskel wird durch Novocain und Atropin aufgehoben. Den Antagonismus des Atropins gegenüber der Kontraktur durch Acetylcholin und Nikotin hat O. Riesser untersucht. Nachdem im hiesigen Institut die Bedeutung der intermediären Vorgänge des Kohlehydratstoffwechsels für das Zustandekommen der Nikotinwirkung gezeigt worden ist, (Schönfelder, unveröffentlichte Versuche), haben W. Haarmann und Holl die Wirkung von Atropin und Nikotin auf das Milchsäurebildungsvermögen der Gewebe unter anoxybiotischen Bedingungen untersucht.

Sie fanden, daß bei allen Muskeln und auch bei anderen Geweben das Milchsäurebildungsvermögen aus Kohlehydraten durch die beiden Gifte beeinflußt wird. Die Wirkungsrichtung der beiden Stoffe ist je nach den individuellen Bedingungen des einzelnen Tieres verschieden. Selbst bei demselben Organe verschiedener artgleicher Tiere kann durch die gleiche Verdünnung jedes dieser Gifte das Milchsäurebildungsvermögen gehemmt oder gesteigert werden. Die beiden für die Kontraktur angewandten Gifte beeinflussen also die Stoffwechselvorgänge in der gleichen Richtung, wenn sie jedes für sich allein zur Wirkung kommen. Sie wirken also an sich nicht in entgegengesetzter Richtung. Werden sie aber gleichzeitig dem Gewebe zugesetzt, so zeigen sie auch im Stoffwechsel einen ausgesprochenen Antagonismus: In solchen Kombinationsversuchen tritt dann keine gegenseitige Verstärkung der Stoffwechselwirkungen ein, also keine Addition der Wirkung, sondern sie heben sich gegenseitig auf. Die Förderung oder Hemmung bei Einzelzusatz beider Gifte wird durch kombinierte Zusätze wieder ausgeglichen.

O. Riesser: Handb. der norm. u. path. Physiol. Berlin, Springer 1925, s. 238.

W. Haarmann: Habilitationsarbeit 1932 unveröffentlicht.

Holl: Inaugural-Dissertation Münster 1932 in Vorbereitung.

Die Aufgabe dieser Arbeit war, eventuell Anhaltspunkte für die Reaktionen zu finden, die dem funktionellen Antagonismus von Nikotin und Atropin zu Grunde liegen. Hierzu wurde die Beeinflussung der Dehydrierung durch Nikotin und Atropin untersucht.

Als Maß für die Größe der Gewebsoxydation verwandte ich die bekannte Thunbergsche Methylenblaumethode. Auf Einzelheiten braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Methodik.

Die von Fett, Fascie und Sehne befreiten Organe der Versuchstiere werden mit einer Cooperschen Schere auf einem Uhrglas fein zerschnitten. Untersucht wurden Atropin hydrochloric. und Nikotin (Merck). Die stark alkalische Nikotinbase wurde zuvor mit Salzsäure genau neutralisiert. Die Nikotin- und Atropinstammlösungen enthielten je 1 gr Nikotin bezw. 1 gr Atropin (Boehringer) in 100 ccm Wasser. Die Stammlösung des Atropins wurde in der gleichen Weise hergestellt. Die weiteren Verdünnungen bis 10^{-9} wurden so hergestellt, daß jeweils 10 ccm der Stammlösung in einen 100 ccm Meßkolben mit Aqua dest. bis zur Marke aufgefüllt wurden. Die weitere Verdünnung wurde in der gleichen Weise vorgenommen. Jeder Versuchsansatz enthielt 0,2 gr Gewebe, 0,6 ccm der verschiedenen Flüssigkeiten und 0,4 ccm Methylenblau. Die Methylenblaulösung enthielt 1 gr Methylenblau in 600 ccm Phosphatpufferlösung von der Wasserstoffzahl $P_H = 7{,}0$ und einem Phosphatgehalt von $M = 7{,}5$ P_{04}. Wurden mehrere Stoffe gleichzeitig untersucht, so war die Konzentration der Einzelzusätze immer gleich. Die Versuchsansätze wurden an einer Oelpumpe in den Thunbergschen Vacuumröhrchen 4—5 Minuten lang evacuiert und in einen Thermostaten mit Wasser von 38° gestellt. Die Entfärbungszeit in Minuten ist ein direktes Maß für die Dehydrierungsgeschwindigkeit.

Versuchsresultate.

Jedes Gewebe besitzt eine große Anzahl von spezifisch eingestellten Dehydrierungsfermenten, Dehydrasen, die den Abbau des im Gewebe vorhandenen Nährmaterials vermitteln. Es war zunächst von Interesse, inwieweit die Summe dieser Fermentreaktionen durch Atropin und Nikotin beeinflußt wird. Hierzu diente als Ferment-

material nicht ausgewaschener Skelettmuskel von Meerschweinchen; die Versuchsergebnisse sind aus der Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch	1.	2.	3.
Kontrollversuch:	53	42	28
Atropin $^1/_{1000} + H_2O$	63	54	31
Nikotin $^1/_{1000} + H_2O$	44	39	15
Atropin $^1/_{1000}$ + Nikotin $^1/_{1000}$	50	40	20
Organ: unausgewaschener	Muskel	Muskel	Muskel
Versuchktier:	Meerschwein	Meerschwein	Meerschwein

Nikotin führt zu einer Verkürzung der Methylenblauentfärbung, Atropin zu einer Verlängerung. Nikotin beschleunigt mithin die Dehydrierungsvorgänge, während sie durch Atropin gehemmt werden. Durch kombinierten Zusatz von Nikotin und Atropin resultiert eine Entfärbungszeit, die in Versuch 1 und 2 ungefähr dem Kontrollversuch entspricht. Die hemmende Wirkung des Atropins auf die Methylenblauentfärbung ist durch das Nikotin wieder ausgeglichen worden. Besonders gilt das für Versuch 2, wo Nikotin nur zu einer geringen Steigerung der Methylenblauentfärbung Anlaß gab, während Atropin stark hemmt. Bei einer reinen Additionswirkung der beiden Gifte wäre in dem Kombinationsversuch, in dem Nikotin und Atropin gleichzeitig zur Anwendung kommen, eine Entfärbungszeit zu erwarten, die der halben Summe der Entfärbungszeiten aus den Einzelversuchen von Nikotin und Atropin entspricht. Die Entfärbungszeiten liegen jedoch tiefer, das spricht dafür, daß im Kombinationsversuch dieselben Fermentreaktionen durch Atropin gehemmt, durch Nikotin beschleunigt werden. Die Förderungswirkung des Nikotins wird durch Atropin aufgehoben. Es liegt mithin ein wechselseitiger Antagonismus in der Beeinflussung der Fermentreaktionen vor.

Um welche dehydrierenden Fermentreaktionen es sich hier handelt, ist aus diesen Versuchen nicht zu ersehen, weil im unausgewaschenen Gewebe Donatorsubstanzen der verschiedensten Zusammensetzung enthalten sind. Um eine Auswahl der Stoffe zu be-

kommen, die als Donatorsubstanzen in Betracht kommen können, wurde durch Zusatz einer Reihe von Substanzen die Konzentration von diesen Stoffen im Gewebe optimal gestaltet und so der Abbau dieser Verbindung der Untersuchung zugänglich gemacht.

Wie eingangs erwähnt, ist der erste Angriffspunkt des Atropins und Nikotins in der anoxydativen Phase des intermediären Kohlehydratstoffwechsels zu suchen. Von Interesse war zunächst die Entscheidung der Frage, wie sich der Abbau der Milchsäure, des Endproduktes des anaeroben Kohlehydratabbaus im Organismus, unter dem Einfluß der beiden Gifte verhält.

Tabelle 2.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.	4.
Kontrollversuch:	28	34	28	43
Na- laktat:	26	30	27	38
Nikotin 10^{-5}	25	26	25	34
Nikotin 10^{-5} + Na-laktat	21	25	23	30
Organ: unausgewaschener	Skelett-muskel	Skelett-muskel	Skelett-muskel	Skelett-muskel
Versuchstier:	Meer-schwein	Kanin-chen	Kanin-chen	Kanin-chen

Tabelle 3.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.	4.
Kontrollversuch:	15	—	—	—
Na- laktat:	13	27	28	29
Atropin 10^{-5}	16	—	—	—
Atropin 10^{-5} + Na-laktat	14	16	26	24
Organ:	Herz	Herz	Muskel	Herz
Versuchstier: unausgewaschener Musk.	Kanin-chen	Kanin-chen	Meer-schwein	Kanin-chen

Aus den in Tabelle 2 und 3 zusammengestellten Ergebnissen geht hervor, daß sowohl Atropin wie Nikotin die Dehydrierung der Milchsäure beschleunigen. Die Entfärbungszeiten für das Methylen-

blau, die durch Laktatzusatz allein bereits verkürzt sind, werden durch die Gifte noch erheblich herabgesetzt. Kombinierter Zusatz von Nikotin und Atropin rufen eine weitere Beschleunigung der Dehydrierung der Milchsäure hervor (Tabelle 4).

Tabelle 4.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.
Na- laktat + H_2O	27	28	29
Na- laktat + Nikotin 10^{-5}	21	25	26
Na- laktat + Atropin 10^{-5}	16	26	24
Nikotin 10^{-5} + Atropin 10^{-5} + Na- laktat	11	24	20
Organ: unausgewaschener Musk.	Herz	Muskel	Herz
Versuchstier:	Kaninchen	Meerschwein	Kaninchen

Tabelle 5.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.
Kontrollversuch:	28	34	43
Nikotin 10^{-5} + H_2O	25	26	34
Nikotin 10^{-5} + Na-laktat + H_2O	23	25	30
Nikotin 10^{-5} + Glukose + H_2O	24	29	32
Nikotin 10^{-5} + Glukose + Na-laktat	20	23	30
Organ: unsausgewachsener Muskel	Herz	Herz	Herz
Versuchstier:	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen

Bei der Einwirkung von Nikotin und Atropin auf die Dehydrierung der Milchsäure haben wir es mit einem reinen Synergismus der beiden Stoffe zu tun. Die Einwirkung auf die Milchsäuredehydrase kann mithin nicht dem Antagonismus der beiden Gifte auf die Dehydrierungsprozesse zu Grunde liegen.

Nicht in Betracht kommt ferner der Abbau der Glukose, der durch Nikotin und Atropin beschleunigt wird. Zur Verwendung kam Herzmuskel, bei dem im Gegensatz zum Skelettmuskel die Glukose der Hauptenergiespender ist. Die Glukose wird dabei nicht direkt

dehydriert, sondern erst nach Spaltung des Hexosemoleküls zu einer Verbindung mit 3 Kohlenstoffatomen.

Das erste Spaltungsprodukt der Hexose ist Methylglyoxal, das unter anaeroben Bedingungen durch ein spezifisch wirkendes Ferment, die Methylglyoxalase, in Milchsäure überführt wird. Bei Gegenwart von Sauerstoff erfolgt ein direkter Abbau des Methylglyoxals zu Brenztraubensäure. Dieser Abbauweg wird auch bei Gegenwart von Methylenblau zum Teil beschritten. (Tabelle: 6) Glukosezusatz führt bei optimaler Laktatkonzentration zu einer weiteren Verkürzung der Entfärbungszeit. Der Abbau der Glukose erfolgt also nicht über die Milchsäure. Beim Abbau von Hexosediphosphat konnten A. Hahn u. W. Haarmann bei Verwendung von ausgewaschenem Skelettmuskel als Fermentmaterial und Methylenblau als Wasserstoffakzeptor Brenztraubensäure nachweisen. Der Uebergang des Methylglyoxals in Milchsäure wurde durch Auswaschen des Gewebes, das die Methylglyoxalase entfernt, verhindert. Hexose kann also zu Brenztraubensäure abgebaut werden, ohne die Milchsäurestufe zu passieren.

Tabelle 6.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2	3.
Kontrollversuch:	15		
Atropin 10^{-5} + H_2O	16		
Atropin 10^{-5} + Na-laktat + H_2O	14		
Atropin 10^{-5} + Glukose + H_2O	12		
Atropin 10^{-5} + Glukose + Na-laktat	10		
Organ: unausgewaschener Muskel	Herz		
Versuchstier:	Kaninchen		

Die Dehydrierung des intermediär bei der Spaltung des Hexosemoleküls entstehenden Methylglyoxals wird durch die beiden Gifte ebenso wie die Dehydrierung der Milchsäure beschleunigt. Damit ist bewiesen, daß die antagonistische Beeinflussung der Methylenblauentfärbung durch Nikotin und Atropin nicht beim Glukoseabbau zu suchen ist. Es müssen also andere fermentative Prozesse betroffen werden.

Um übersichtlichere Versuchsbedingungen zu erhalten, wurde 4 mal stark mit Wasser extrahiertes Gewebe von Skelettmuskel und Herzmuskel als Fermentmaterial verwendet. Durch das Auswaschen mit Wasser werden die meisten Fermente, so z. B. die Milchsäure-

A. Hahn u. W. Haarmann: Z. f. Biol. 90, 231, 1930.

dehydrase, und die im Gewebe vorhandenen Brennstoffe entfernt. Erhalten bleiben die Fermente, die den Abbau von Bernsteinräure, Glycerinphosphorsäure und Hexosediphosphorsäure katalysieren. Von den beim Kohlehydratabbau mitwirkenden Fermenten bleibt nur das Ferment erhalten, das Methylglyoxal zu Brenztraubensäure dehydriert. A. Hahn und W. Haarmann konnten bei Verwendung des Methylenblaus als Wasserstoffakzeptor, die bei der Hydrierung von Bernsteinsäure entstehende Fumarsäure isolieren, gleichfalls die aus Hexosediphosphorsäure entstehende Brenztraubensäure. Glycerinphosphorsäure wird im ausgewaschenen Gewebe wohl dehydriert, aber nicht wie im unausgewaschenen Gewebe in Brenztraubensäure übergeführt.

Zur Verwendung kamen die Natriumsalze der Bernsteinsäure, Glycerinphosphorsäure und Hexosediphosphorsäure in 1%iger Lösung. Die Versuchsresultate sind in den Tabellen 7—12 zusammengestellt.

Tabelle 7.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kontrollversuch:	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Bernsteinsaures Na + H_2O	17	16	20	31	28	20
Bernsteinsaures Na + Nikotin 10^{-9}	15	14	18	29	26	18
Bernsteinsaures Na + Nikotin 10^{-8}	13	12	16	27	24	16
Bernsteinsaures Na + Nikotin 10^{-7}	12	10	14	25	22	14
Bernsteinsaures Na + Nikotin 10^{-6}	11	8	12	23	20	12
Bernsteinsaures Na + Nikotin 10^{-5}	10	6	10	21	19	10
Organ: ausgewaschener Skelettmusk.	Muskel	Muskel	Muskel	Musk	Musk.	Musk.
Versuchstier:	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen	Meerschw.	Meerschw.	Hund

A. Hahn u. W. Haarmann: Z. f. Biol. 87, 107, 1928.
Dieselben: Ebenda 90, 231, 1930.

Tabelle 8.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1	2.	3
Kontrollversuch:	∞	∞	∞
Bernsteinsaures Na + H_2O	22	34	36
„ „ Na + Atropin 10^{-9}	20	32	33
„ „ Na + „ 10^{-8}	18	30	30
„ „ Na + „ 10^{-7}	16	28	27
„ „ Na + „ 10^{-6}	14	26	24
„ „ Na + „ 10^{-5}	12	24	22
Organ: ausgewaschsener Skelettmuskel	Muskel	Muskel	Muskel
Versuchstier:	Meer-schwein	Meer-schwein	Kanin-chen

Tabelle 9.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.	4.
Kontrollversuch:	∞	∞	∞	∞
Glycerinphosphors. Na + H_2O	16	9	16	39
„ „ Na + Nikotin 10^{-9}	15	8	14	36
„ „ Na + „ 10^{-8}	13	7	12	33
„ „ Na + „ 10^{-7}	12	6	10	30
„ „ Na + „ 10^{-6}	11	5	8	27
„ „ Na + „ 10^{-5}	10	4	7	24
Organ: ausgewachsener Skelettmuskel	Muskel	Muskel	Muskel	Musk.
Versuchstier:	Kanin-chen	Kanin-chen	Kanin-chen	Meer-schw.

Tabelle 10.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.
Kontrollversuch:	∞	∞
Glycerinphosphorsaures Na + H_2O	43	36
„ „ Na + Atropin 10^{-9}	33	34
„ „ Na + „ 10^{-8}	30	32
„ „ Na + „ 10^{-7}	27	30
„ „ Na + „ 10^{-6}	24	29
„ „ Na + „ 10^{-5}	21	27
Organ: ausgewaschener Skelettmuskel	Muskel	Muskel
Versuchstier:	Meer-schwein	Kanin-chen

Tabelle 11.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1	2.	3.	4.
Kontrollversuch:	∞	∞	∞	∞
Hexosediphosphors. Na + H_2O	30	22	30	40
„ „ Na + Nikotin 10^{-9}	34	20	32	38
„ „ Na + Nikotin 10^{-8}	32	17	29	36
„ „ Na + Nikotin 10^{-7}	31	14	26	34
„ „ Na + Nikotin 10^{-6}	30	11	23	32
„ „ Na + Nikotin 10^{-5}	29	10	21	30
Organ: ausgewachsener Skelettmusk.	Muskel	Muskel	Muskel	Musk.
Versuchstier:	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen	Meerschw.

Tabelle 12.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.
Kontrollversuch:	∞	∞
Hexosediphosphorsaur. Na + H_2O	46	45
„ „ Na + Atropin 10^{-9}	34	33
„ „ Na + „ 10^{-8}	32	41
„ „ Na + „ 10^{-7}	30	39
„ „ Na + „ 10^{-6}	28	37
„ „ Na + „ 10^{-5}	26	35
Organ: ausgewaschener Skelettmuskel	Muskel	Muskel
Versuchstier:	Meerschwein	Kaninchen

Die Entfärbungszeit des Kontrollversuches ohne Zusatz der 3 oben genannten Wasserstoffdonatoren ist unendlich, da durch das Auswaschen des Gewebes keine durch die Gewebsdehydrasen abbaufähigen Brennstoffe mehr vorhanden sind. Bernsteinsäure, Glycerinphosphorsäure und Hexosediphosphorsäure werden durch die Dehydrasen des ausgewaschenen Muskels sehr schnell dehydriert. Atropin und Nikotin beschleunigen den Entfärbungsprozeß noch mehr. Untersucht wurden Atropin und Nikotin in ansteigender Konzentration. Selbst bei sehr starken Verdünnungen, die einer Konzentration von 2 mal 10^{-10} entsprechen, ist eine deutlich steigernde Wirkung der beiden Gifte festzustellen; und zwar werden die Dehydrierungsvorgänge mit steigender Konzentration beschleunigt.

Ein hemmender Einfluß von Atropin, wie er bei unausgewaschenem Gewebe ohne Zusatz von fremden Wasserstoffdonatoren in Erscheinung tritt, ist bei den 3 Verbindungen nicht nachzuweisen.

Die folgenden Versuche zeigen, daß der Antagonismus von Nikotin und Atropin auf die Dehydrierungsvorgänge bei Fermentreaktionen zu suchen ist, die auch in stark mit Wasser extrahiertem Gewebe ablaufen. Damit ist der Abbau all' der Verbindungen auszuschließen, deren Dehydrierungsfermente sehr labil und durch Wasser extrahierbar sind. Bekanntlich verliert der stark mit Wasser extrahierte Muskel die Fähigkeit zu atmen; fügt man Muskelkochsaft hinzu, so erhält er die Fähigkeit zurück, in ungefähr gleich starkem Maße wie der unausgewaschene Muskel Sauerstoff aufzunehmen. An dieser reaktivierten Atmung ist die Milchsäure nicht beteiligt, weil ja die Milchsäuredehydrase fehlt. A. Hahn, E. Fischbach und W. Haarmann konnten so bei Verwendung des Methylenblaus als Wasserstoffakzeptor beträchtliche Mengen von Brenztraubensäure aus dem im Muskelsaft enthaltenen Nährmaterial erhalten. Sie isolierten aus Muskelkochsaft die Adenylsäure, die unter den angegebenen Bedingungen zu Brenztraubensäure abgebaut wird. Dabei ist die Adenylsäure sicherlich nicht die einzige brenztraubensäurebildende Verbindung.

Tabelle 13.

Entfärbungszeiten in Minuten:

Versuch:	1.	2.	3.
Muskelkochsaft + H_2O	31	32	29
Nikotin $^1/_{1000}$ + Muskelkochsaft + H_2O	26	26	24
Atropin $^1/_{1000}$ + „ „ + „	38	37	36
Nikotin $^1/_{1000}$ + Atropin $^1/_{1000}$ + Muskelkochsaft	28	28	26
Organ: ausgewaschener Skelettmusk.	Muskel	Muskel	Muskel
Versuchstier:	Kaninchen	Kaninchen	Kaninchen

Meine Versuche mit Muskelkochsaft (Tabelle: 13) zeigen, daß im Muskelkochsaft eine Substanz enthalten sein muß, deren Dehydrierung durch Atropin stark gehemmt, durch

A. Hahn, E. Fischbach und W. Haarmann: Z. f. Biol. 91, 315, 1931.

Nikotin stark beschleunigt wird. Durch kombinierten Zusatz von Nikotin und Atropin wird die Hemmungswirkung des Atropins ausgeglichen. Es liegt hier also eine antagonistische Beeinflussung der Atropinwirkung durch Nikotin vor. Eine Entscheidung, welche Substanz bezw. welche Fermentreaktion durch die beiden Gifte antagonistisch beeinflußt wird, läßt sich vorläufig bei der Vielheit der in Betracht kommenden Fermentreaktionen nicht treffen, zumal nur wenige bisher bekannt sind. Dazu sind weitere ausgedehnte Untersuchungen notwendig.

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß von Atropin und Nikotin auf die Dehydrierungsvorgänge im Gewebe mit der Thunbergschen Methylenblaumethode untersucht. Die Dehydrierung der Milchsäure, der Abbau der Glukose, der Hexosediphosphorsäure, die Dehydrierung der Bernsteinsäure und Glycerinphosphorsäure werden durch die beiden Gifte, Atropin und Nikotin, beschleunigt. Die Dehydrierung der Summe des im Gewebe vorhandenen Nährmaterials wird durch Atropin herabgesetzt, durch Nikotin angeregt. Die antagonistische Wirkung des Nikotins dem Atropin gegenüber ist nicht beim Abbau der Kohlehydrate zu suchen, sondern bei anderen nicht den Kohlehydratstoffwechsel betreffenden, fermentativen Vorgängen, die auch in stark mit Wasser extrahierten Geweben vor sich gehen.

Lebenslauf.

Am 30. Januar 1905 wurde ich, Antonius Joseph Dalhoff, zu Münster in Westfalen geboren. Nach vierjährigem Unterricht in der Volksschule zu Borghorst i. W. besuchte ich 6 Jahre lang die Rektoratschule daselbst. Ostern 1922 bestand ich die Aufnahmeprüfung für die Untersekunda am Realgymnasium, Ahrweiler - Neuenahr, zu Ahrweiler a. d. Ahr (Rhld.) und erhielt Ostern 1926 dort das Reifezeugnis. Im Frühjahr desselben Jahres begann ich mein zahnärztliches Studium zu Münster, wo ich im Frühjahr 1929 meine zahnärztliche Vorprüfung bestand. Dann besuchte ich die Universität zu Bonn, machte im Mai 1931 zu Münster mein Staatsexamen und promovierte ebendort am 22. März 1932.